

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2002年10月17日 (17.10.2002)

PCT

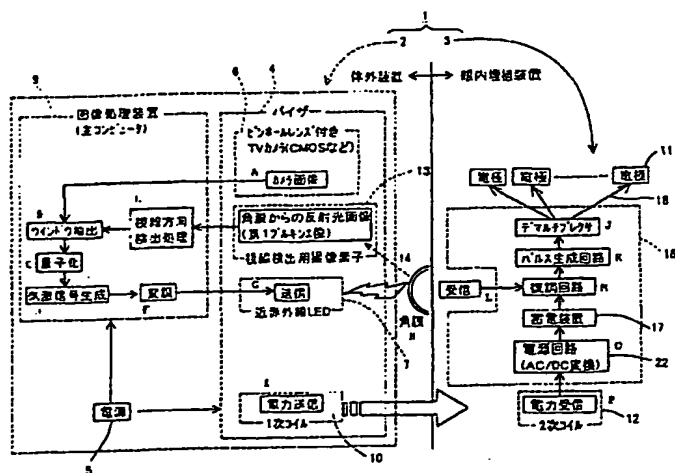
(10) 国際公開番号
WO 02/080828 A1

- (51) 国際特許分類: A61F 9/00 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 八木 透
(YAGI, Toru) [JP/JP]; 〒461-0001 愛知県 名古屋市東
区 泉二丁目15-4 Aichi (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/03027
- (22) 国際出願日: 2002年3月27日 (27.03.2002)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2001-101484 2001年3月30日 (30.03.2001) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会
社ニデック (NIDEK CO., LTD.) [JP/JP]; 〒443-0035 愛
知県 蒲郡市 栄町7番9号 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 富澤 孝, 外 (TOMIZAWA, Takashi et al.); 〒
460-0003 愛知県 名古屋市中区 錦二丁目2番22号 名
古屋センタービル別館2階 Aichi (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,
BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO,
NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA,
ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: ARTIFICIAL EYE SYSTEM

(54) 発明の名称: 人工眼システム



2...OUT-BODY APPARATUS
3...IN-EYE DIVIDED APPARATUS
9...IMAGE PROCESSING APPARATUS (MAIN COMPUTER)
4...VISOR
1...TV CAMERA HAVING PIN HOLE LENS (SUCH AS CMOS)
A...CAMERA IMAGE
B...WINDOW EXTRACTION
C...QUANTIZATION
D...STIMULUS SIGNAL GENERATION
E...GAZE DIRECTION DETECTION
F...MODULATION
G...POWER SOURCE
13...IMAGE REFLECTED FROM CORNEA (FIRST PURKINJE IMAGE)
14...VIEWPOINT ELEMENT FOR GAZE DETECTION

G...TRANSMISSION
7...WEAR INFRARED LED
8...CORNEA
1...POWER TRANSMISSION
10...PRIMARY COIL
11...ELECTRODE
J...DEMULTIPLEXER
K...PULSE GENERATION CIRCUIT
L...RECEPTION
M...DEMODULATION CIRCUIT
17...ACCUMULATOR
O...POWER SOURCE CIRCUIT (AC/DC CONVERSION)
P...POWER RECEPTION
12...SECONDARY COIL

(57) Abstract: An artificial eye system which can be used comfortably in practice. The artificial eye system (1) includes an out-body apparatus (2) mounted outside a body of a user and an in-body apparatus (3) mounted in an eye of the user. The out-body apparatus (2) includes a visor (4) and a power source unit (5). The visor (4) includes a primary coil (10), an image receiving element (6) for receiving an image of the external world, a light emitting element (7) for transmitting an electric stimulus signal generated from the image signal from the image receiving element (6), and a viewpoint recognition unit (13). Moreover, the in-body apparatus (3) includes a secondary coil (12) electro-magnetically induced by the primary coil (10), a photo-detecting element (14) for receiving the electric stimulus signal from the light emitting element (7), a signal processing circuit (16) for processing the electric stimulus signal received by the photo-detecting element (14), and a plurality of electrodes (11) for transmitting to a retina the electric stimulus signal processed by the signal processing

[続葉有]

circuit (16).



(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)の指定のための先の出願に基づく優先権を主張する出願人の資格に関する申立て(規則4.17(iii))

規則4.17に規定する申立て:

--- AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GI, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

本発明の課題は、使用性が良好であり、実用化に耐え得る人工眼システムを供給することである。本発明において、人工眼システム1は、使用者の体外に装着される体外装置2と、使用者の眼内に装着される体内装置3と、から構成される。体外装置2には、バイザー4と電源装置5とが設けられており、バイザー4には、一次コイル10と外界の画像イメージを受ける受像素子6と受像素子6からの画像信号から生成された電気刺激用信号を送信するための発光素子7と視点認識装置13とが設けられている。また、体内装置3には、一次コイル10によって電磁誘導される二次コイル12と発光素子7からの電気刺激用信号を受信する受光素子14と受光素子14によって受信された電気刺激用信号を処理する信号処理回路16と信号処理回路16によって処理された電気刺激用信号を網膜Nに送信する複数の電極11とが設けられている。

明 細 書

人工眼システム

5 技術分野

本発明は、人工眼システムに関する。

背景技術

10 近年の医療技術の進歩にもかかわらず、失明に対しては有効な治療法はいまだ存在していない。失明は、単なる視覚機能の喪失に止まらず、患者の精神生活および社会生活に対して重大な影響を及ぼす疾患である。このため、失明を治療するための技術が切実に求められている。

15 失明治療技術の一つとして、網膜あるいは視神経といった疾病部位の機能を人工物で代替させる人工眼システムがある。一般に、人工眼システムは、体外の受像素子と、体内に埋設された神経刺激用の電極と、を備えており、受像素子により撮影された画像情報は、刺激用電極を経て脳へ伝達される。このため、少なくとも、画像情報を伝達する画像情報伝達システムと、電極に電源を送電する電源供給システムと、が必要となる。

20 ところが、人工眼システムの研究は始まったばかりであり、上記の両システムを上手く組み合わせて使用者（失明患者）と共に移動可能なものは提供されていない。

本発明は、上記した事情に鑑みてなされたものであり、使用性が良好であり、実用化に耐えうる人工眼システムを提供することを技術課題とする。

25 発明の開示

上記課題を解決するために、本発明は以下のような構成を備えることを特徴とする。

(1) 受像素子が受けた外界の画像イメージである画像信号を刺激信号生成手

段によって変換し、電気刺激用信号として網膜に装着された電極から送信する人工眼システムにおいて、使用者の体外に装着される体外装置と、使用者の体内に装着される体内装置と、を備え、体外装置は、バイザーと、バイザーに電気を供給する電源装置と、を含み、バイザーは、一次コイルと、受像素子と、受像素子からの画像信号を画像用の信号として送信するための発光素子と、を含み、体内装置は、一次コイルによって電磁誘導される二次コイルと、発光素子からの画像用の信号を受信する受光素子と、受光素子によって受信された画像用の信号を処理する信号処理回路と、信号処理回路によって処理された電気刺激用信号を網膜に送信する複数の電極を備えた電極部と、を含むことを特徴とする。

10 「バイザー」とは、眼鏡のように顔面にかける物体のことであり、その形状は問わない。

「発光素子」とは、画像信号を送信するものであり、例えば赤外線、赤色、緑色、青色の発光ダイオードを用いることができる。このうち、赤外線発光ダイオード（例えば、800nm～1000nm）を用いた場合には、①人体に与える影響がより少なく、かつ透過性が高いので、信頼性がより高い人工眼システムを提供することができる、②電波法などの法規制の対象とならない範囲で十分実用できる、③基本的には光が通過する範囲のみで有効である、④発光素子および受光素子と低コストで製造でき、かつ小型化が可能である、等の長所がある。

「画像信号」とは、受像素子によって受像された画像イメージに関する信号を意味する。また、「電気刺激用信号」とは、電極から網膜に伝達される電気信号を意味する。画像信号は、刺激信号生成手段によって、電気刺激用信号に変換されることになるが、この刺激信号生成手段は、全体の回路構成によって、体外装置または体内装置のいずれにも設けることが可能である。このため、本明細書中において、
20 「画像用の信号」とは、画像信号または電気刺激用信号のうちいずれか一方の信号
25 のことを意味するものとする。

刺激信号生成手段とは、ハードウェア（例えば、半導体素子上に形成された専用回路）、またはソフトウェア（より正確には、コンピュータとソフトウェア）のいずれをも含む。但し、刺激信号生成手段においては、計算量が比較的大量となるこ

とから、電力消費が大きい。このため、刺激信号生成手段は、体外装置に設けることが好ましい。また、刺激信号生成手段をハードウェアとして体内装置側に設けた場合には、小型化することに困難が伴う。体内装置は、できるだけ小型化することが好ましいので、この点からも刺激信号生成手段は体外装置に設けることが好ましい。

「網膜」には、視細胞、網膜双極細胞、網膜神経節細胞などが含まれる。このうち、電気信号は、網膜双極細胞または網膜神経節細胞に与えることが好ましい。そのため、電極は網膜上よりも、網膜内に装着されることが好ましい。

(1) の発明によれば、人工眼システムは使用者（失明患者）と共に移動できるため、使用性に優れたものとなる。また、画像信号は、光によって授受されるので、瞼を閉じると画像も消失する。このため、電磁誘導装置を用いて画像信号を授受する場合に比べると、自然な感覚で視覚を得ることができる。

(2) (1) の人工眼システムにおいて、二次コイルの外径は、約 5 mm～約 12 mmであることを特徴とする。

本明細書中において、体内装置の大きさを規定する「約 5 mm～約 12 mm」とは、水晶体囊および毛様体溝の平均的な大きさである約 7 mm径と約 10 mm径とから許容される大きさである。つまり、約 5 mm～約 8 mmの大きさの場合には、水晶体囊の内部に装着することが可能となる。また、約 8 mm～約 12 mmの大きさの場合には、毛様体溝に装着することが可能となる。

(2) の発明によれば、二次コイルを毛様体溝または水晶体囊内に装着することができる。このため、二次コイルを眼球の赤道面に配置した場合に比べると、一次コイルと二次コイルとがより近傍に配置されるのでコイル間の電磁誘導の効率が向上する。

(3) (1) の人工眼システムにおいて、信号処理回路は、電極と基板上に一体化して設けられ、二次コイルと受光素子との外径は、約 5 mm～約 12 mmであることを特徴とする。

二次コイルと受光素子とは、必ずしも一体化して形成する必要はない。しかしな

がら、両部材を一体化して構成することにより、取扱い性が良好となる。

(3) の発明によれば、信号処理回路および電極以外の構成、すなわち二次コイルと受光素子とは、毛様体溝または水晶体嚢内に埋設することができる。このため、眼球内に設置する場合に比べると、埋め込み手術が容易となり、手術時に使用者
5 に与えるダメージも軽くて済む。

(4) (1) の人工眼システムにおいて、信号処理回路と二次コイルと受光素子との外径は、約 5 mm～約 12 mmであることを特徴とする。

信号処理回路と二次コイルと受光素子とは、必ずしも一体化させる必要はないが、一体化させることにより、取扱い性が良好となる。

10 (4) の発明によれば、電極以外の構成、すなわち信号処理回路と二次コイルと受光素子とは、毛様体溝または水晶体嚢内に埋設することができる。このため、眼球内に設置する場合に比べると、埋め込み手術が容易となり、手術時に使用者に与えるダメージも軽くて済む。

(5) 受像素子が受けた外界の画像イメージである画像信号を刺激信号生成手段によって変換し、電気刺激用信号として網膜に装着された電極から送信する人工
15 眼システムでにおいて、使用者の体外に装着される体外装置と、使用者の体内に装着される体内装置と、を備え、体外装置は、バイザーと、バイザーに電気を供給する電源装置と、を含み、バイザーは、電力を送信する送電装置と、受像素子と、受像素子からの画像信号を画像用の信号として送信するための画像用信号送信装置
20 と、を含み、体内装置は、送電装置から電力を受電する受電装置と、画像用信号送信装置からの画像用の信号を受信する画像用信号受信装置と、画像用信号受信装置によって受信された画像用の信号を処理する信号処理回路と、信号処理回路によって処理された電気刺激用信号を網膜に送信する複数の電極を備えた電極部と、電極および信号処理回路に対する電力供給用の蓄電素子と、を含むことを特徴とする。

25 「送電装置」および「受電装置」とは、体外装置側から体内装置側に電力を送受信する一対の装置のことを意味しており、例えば、電力ラインを直接に接続する有線方式（その場合には、体外装置と体内装置との電力ラインの途中に互いに結合可

能なコネクタ部分を設けておき、着脱可能に構成しておくことと使用性が良好となる。
) または、一次コイル(体外装置側)と二次コイル(体内装置側)とを設けて電磁誘導によって電力を送信する無線方式を含む。なお、有線方式または無線方式については、当業者が利用可能なその他の方式を応用できることは勿論である。

- 5 「画像用信号送信装置」および「画像用信号受信装置」とは、体外装置側から体内装置側に画像信号を送受信する一対の装置のことを意味しており、例えば、信号ラインを直接に接続する有線方式(その場合には、体外装置と体内装置との信号ラインの途中に互いに結合可能なコネクタ部分を設けておき、着脱可能に構成しておくことと使用性が良好となる。) または、一次コイル(体外装置側)と二次コイル(体内装置側)とを設けて電磁誘導によって信号を送信する無線方式を含む。なお、有線方式については、信号ラインの種類は、電線・光ファイバーなどを含み、無線方式については、電磁誘導の他に、光信号の送受信方式などを含む。
- 10

- 「蓄電素子」とは、蓄電可能なものの総称であり、例えば電池(一次電池、二次電池を含む)またはコンデンサが含まれる。また、蓄電素子の重量は、約0.5g
15 ~2gであることが好ましい。

- 人工眼システムを装着している使用者が眼球を動かした場合には、二次コイルが傾くことがあるため、両コイル間の電磁誘導の効率が減少し、二次コイル側に誘導される誘導電力が減少することがある。(5)の発明によれば、そのような場合であっても、蓄電素子からの電力を使用できるので、安定した画像信号を網膜に送信
20 することが可能となる。

- (6) 受像素子が受けた外界の画像イメージである画像信号を刺激信号生成手段によって変換し、電気刺激用信号として網膜に装着された電極から送信する人工眼システムにおいて、使用者の体外に装着される体外装置と、使用者の体内に装着される体内装置と、を備え、体外装置
25 は、バイザーと、バイザーに電気を供給する電源装置と、を含み、バイザーは、電力を送信する送電装置と、受像素子と、受像素子からの画像信号を画像用の信号として送信するための画像用信号送信装置と、眼球の視点を認識する視点認識装置と、を含み、体内装置は、送電装置から

電力を受電する受電装置と、画像用信号送信装置からの画像用の信号を受信する画像用信号受信装置と、画像用信号受信装置によって受信された画像用の信号を処理して網膜刺激用の電気刺激用信号とする信号処理回路と、信号処理回路によって処理された画像用の信号を網膜に送信する複数の電極を備えた電極部と、を含み、視点認識装置によって認識された視点方向の電気刺激用信号が電極から網膜に送信されることを特徴とする。

「視点認識装置」とは、使用者の眼球の視点を認識するものである。その具体的な装置としては、例えば角膜の曲率半径が眼球の他の部分の曲率半径よりも小さいこと（つまり、角膜部分が他の部分よりも突出していること）を利用して角膜へ照射した光の反射光の動きに基づいて視点認識を行う装置を使用することができる。その他に、例えば眼球運動によって黒目と白目との割り合いが変化することに基づいて、眼前に取り付けたバイザーの受光素子または撮像素子に対する反射光強度が変化することを利用して視点認識を行う装置を使用することができる。また、その他にもE O G (Electro Oculo Gram)、V O G (Video Oculo Gram) やサーチコイル等を用いて視点認識を行うこともできる。

また、「視点方向の電気刺激用信号が前記電極から網膜に送信される」とは、①受像素子が視点認識装置の認識方向に連動して駆動される場合を含むほか、②受像素子がカバーする視野（受像視野）を電極から網膜に送信する視野（送信視野）よりも大きく設定しておき、視点方向に合わせて受像視野の中から送信視野を適当に選択する構成をも含む。

（６）の発明によれば、使用者が視点を動かすとその視点方向の画像を感知できるので、より使用性の良好な人工眼システムを提供できる。

（７） （６）の人工眼システムにおいて、受像素子の画像信号がカバーする受像視野は、電極が網膜に送信する送信視野よりも大きく設定され、受像視野のうちから視点認識装置によって認識された視点方向の一部が送信視野として電極に送信されることを特徴とする。

受像視野から送信視野を取り出す回路としては、体外装置側または体内装置側のいずれに設けてもよい。

また、(7)の発明では、受像視野よりも小さい送信視野についての電気刺激用信号を電極から送信することになる。その方法としては、①受像信号の一部を送信視野として取り出し、その送信視野の受像信号を電気刺激用信号とする方法、または、②受像信号を全電気刺激用信号とした後に、その一部の送信視野に該当する部分を電気刺激用信号とする方法のいずれをも含むものとする。

(7)の発明によれば、視点の移動によって画像を変化させる構成は、ハードウェア構成ではなくて(例えば、受像素子を駆動する構成ではなくて)、ソフトウェアにより行われるので、全体の構成を簡易とすることができる。

(8) (1)～(7)の人工眼システムにおいて、電極部には、厚さ方向に貫通する複数の小孔が設けられていることを特徴とする。

「小孔」とは、電極部を通して栄養分の通過が可能である程度の大きさの孔を意味するものである。

(8)の発明によれば、電極部に複数の小孔が設けられているので、強膜側から網膜側の細胞に栄養分を供給することができるため、電極部を網膜下に埋設することができる。このため、網膜上に装着した電極に比べると、出力する信号の電力を小さくすることができる。このため、二次コイルが小さく、誘導起電力が小さい場合であっても、良好な画像信号を送信できやすい。

図面の簡単な説明

第1図は、本実施形態における人工眼システムの全体構成を示すシステム図である。

第2図は、人工眼システムの体外装置の概要を示す斜視図である。

第3図は、バイザーにおいて、第1図におけるA矢印方向から見た図である。

第4図は、視点認識装置の作用を示す図である。

第5図は、体内装置の全体を示す図であり、(A)は平面図、(B)は二次コイル

の一部を切り欠いた側面図である。

第 6 図は、体内装置を眼球内に埋め込むときの様子を示す図である。

第 7 図は、体内装置を眼球に埋め込んだときの側断面図である。

第 8 図は、受像視野と送信視野との関係を示す図であり、(A) は受像視野、(B) は送信視野、(C) は実際に電極に送信されるイメージを示す図である。

第 9 図は、体外装置における画像信号の処理工程を示す流れ図である。

第 10 図は、体内装置における画像用の信号の処理工程を示す流れ図である。

第 11 図は、その他の実施形態において、前部装置を毛様体溝に装着したときの側断面図である。

第 12 図は、その他の実施形態において、前部装置を毛様体溝に装着したときの側断面図である。

発明を実施するための最良の形態

次に、本発明の実施形態について説明するが、本発明の技術的範囲は、以下の実施形態によって限定されるものではなく、発明の要旨を変更することなく、様々な応用して実施することができる。また、本発明の技術的範囲は、均等の範囲にまで及ぶものである。

次に第 1 図～第 10 図を参照しつつ、一実施形態について詳細に説明する。

第 1 図に示すように、本実施形態の人工眼システム 1 は、使用者の体外に装着される体外装置 2 と、使用者の体内（具体的には、眼球内）に装着される体内装置 3 と、に分割されている。

まず、人工眼システム 1 の作用概要を説明すると、次のようである。体外装置 2 のバイザー 4 には、TV カメラ 6 と視点認識装置 13 とが設けられており、TV カメラ 6 で受像された信号のうち視点認識装置 13 によって認識された方向の信号が、コンピュータ 9 によって抽出処理されて、送信用の信号が作成される。その信号は、発光素子 7 を介して体内装置 3 に送信された後に、適当な処理が施され、網膜付近に埋め込まれた電極 11 に送られることで、残存している網膜双極細胞また

は網膜神経節細胞（以下、単に「網膜」と言う。）に電気信号が伝えられる。また、体外装置 2 には、コンピュータ 9 を駆動させる電源装置 5 が設けられている。体外装置 2 と体内装置 3 との間には、一次コイル 10 と二次コイル 12 とが設けられており、両コイル間 10、12 の電磁誘導によって、体内装置 3 に電力が送信される。

次に、各構成の詳細について説明する。第 2 図には、体外装置 2 の全体概要を示した。体外装置 2 は、使用者が眼前にかけるバイザー 4 と、このバイザー 4 に電気を供給する電源装置 5 を備えた処理装置 8 と、に大別されており、両部材 4、8 間には電気および信号の授受を行う電線 W によって接続されている。処理装置 8 の上部には、電気供給処理、画像処理、および信号送信処理などを行うコンピュータ 9 が設けられており、そのコンピュータ 9 の下方に電源装置 5（二次電池）が設けられている。

また、バイザー 4 には、外界の画像イメージを受像する受像素子としての TV カメラ 6 と、この TV カメラ 6 からの画像信号を体内装置 2 に送信するための発像素子 7 と、が設けられている（第 3 図を合わせて参照）。なお、本実施形態では、発像素子 7 には、近赤外線発光ダイオードが使用されている。また、第 3 図に示すように、バイザー 4 の裏面側（使用者の眼前に対向する両側）には、一次コイル 10 と視点認識装置 13 とが設けられている。一次コイル 10 は、後述する体内装置 3 側の二次コイル 12 と電磁的に結合されている。

なお、本実施形態では、バイザー 4 に TV カメラ 6 を 1 個のみ設けているが、これに限るものではなく、左右眼用として 2 個設けてもよい。

また、視点認識装置 13 には、発像素子 7 から発せられた光が眼球によって反射された反射光を検出する受光素子が備えられている。第 4 図に示すように、発像素子 7 から発せられた入射光 C は、角膜表面 D、角膜底面 E、水晶体表面 F、および水晶体底面 G のそれぞれで反射される（第 4 図中、P1～P4 は、それぞれ D～G で反射された反射光を示す。）。このうち、本実施形態では、角膜表面 D での反射光（P1。第 1 ブルキンエ像。）を受光素子で受光することにより、入射光 C と反射

光P 1 とから、眼球の視点方向を認識するようになっている。

次に、第5図を参照しつつ、体内装置3の構成について説明する。体内装置3には、眼球の前部に埋め込まれる前部装置15と、網膜Nに電気信号を送信する複数の電極11を備えた電極部19と、が設けられており、両部材15、19間はケーブル18によって接続されている。前部装置15には、一次コイル10から電力を受ける二次コイル12と、発光素子7からの画像信号を受信する受光素子14と、この受光素子14によって受信された画像信号を処理する信号処理回路とデマルチプレクサとを備えた小型素子16と、が設けられている。受光素子14と小型素子16とはほぼ同じ外径を備えており、二次コイル12はそれらの外径よりも大きく形成されている。二次コイル12の外径は、約5mm～約8mmとされており、水晶体囊Hの開口縁の内径と同等かそれよりも僅かに大きく形成されている。また、受光素子14と小型素子16とは、樹脂基板21を介して二次コイル12の裏面側に同心状で一体化されている。

なお、本実施形態では、受光素子14と小型素子16とは、樹脂基板21を介して二次コイル12の裏面側に同心状で一体化されているものとしているが、これに限るものではなく、少なくとも前眼部に受光素子14と二次コイル12とが設置できるような位置関係にて樹脂基板21に一体化されていればよい。例えば、小型素子16は電極部19側に設置しておくこともできる。また、受光素子14と小型素子16とは、二次コイル12と同じ側にあってもよい。また、受光素子14と小型素子16とは、必ずしも二次コイルと同心状でなくてもよい。さらに、本実施形態では、受光素子14と小型素子16とは別々の素子としているが、これに限るものではなく、一体化されたものであってもよい。

また、小型素子16内には、二次コイル12に発生した交流を直流とする電源回路22と、電力が豊富なときに蓄電しておく蓄電素子17と、が設けられている。なお、前部装置15と電極11との間は、ケーブル18によって接続されている。

電極部19は、適度な弾性を備えた略円板状の薄いポリマー（高分子）により形成されており、この電極部19には、網膜Nに電気信号を伝達する複数の電極11

が縦横に所定の間隔で配置されている。この電極部 19 には、厚さ方向に貫通する複数の小孔 20 が設けられており（例えば、レーザにより小孔を形成したり、多孔性ポリマーを用いることができる。）、電極部 19 を通して栄養分の通過が可能とされている（なお、第 5 図中には、図示の都合上、一部の小孔 20 のみを示す。）。また、貫通孔でなくとも多数の空隙を有するポリマー等を用いることにより、電極部 19 を網膜 N 上または網膜 N 下に設置した後、周囲の細胞が空隙に侵入しつつ増殖することが期待できる。このような周囲の細胞の増殖により、電極部 16 と網膜 N との接着度が向上することが期待される。

体内装置 3 を眼内に埋め込むには、第 6 図に示すように、角膜耳側輪部 B から約 1.5 mm ほど離れた部位の強膜 J を 7～8 mm ほど切開することにより、挿入口を作成し、ここから前部装置 15、電極部 19、およびケーブル 18 を眼内に挿入する。また、前部装置 15 は、水晶体を取り出した後、第 7 図に示すように、二次コイル 12 の外縁を水晶体嚢 H の開口縁部分 P の筋肉によって保持するようにして取り付ける。また、ケーブル 18 は、強膜 J の内側に沿わせるようにして埋設し、電極部 19 を網膜 N の内側に装着する。

次に、上記のように構成された本実施形態の作用および効果について、主として、第 8 図～第 10 図を参照しつつ説明する。

まず、画像情報処理の概要について説明する。TV カメラ 6 には、例えば、約 100 万個程度の画素が設けられている。この TV カメラ 6 が受像する受像視野（つまり、TV カメラ 6 の画像信がカバーする領域）は、第 8 図（A）に示すように、約 60～80 度の範囲である。ところで、現在の技術水準では、網膜 N に電気信号を送信する電極 11 は、多くても数十個～数千個程度である。このため、TV カメラ 6 で受像される画像情報のうちのほとんどは、網膜 N に伝達されないことになる。このため、本実施形態では、TV カメラ 6 の受像視野（第 8（A）図）は、電極 11 が網膜 N に送信する送信視野（第 8（B）図）よりも大きく設定されており、受像視野のうち、視点認識装置 13 によって認識された視点方向に基づいてウィンドウ（送信視野）を設定し、そのウィンドウ内の画像信号を量子化して（第 8（C

図)、電極11から網膜Nに送信するようになっている。

なお、本実施形態では、TVカメラ6が受像する受像視野は約60～80度の範囲としているが、これに限るものではなく、例えば60度～180度等の範囲であってもよい。

5 次に、第9図を参照しつつ、体外装置2における画像信号の処理について説明する。

バイザー4に設けられたTVカメラ6は、前方の受像視野の画像を受像する(S100、第8(A)図)。

10 一方、視点認識装置13とコンピュータ9とによって、眼球の視点方向が検出されている(S110)。そこで、次に受像視野全体の画像信号のうち、視点方向における所定の大きさのウインドウ内の画像信号を抽出する(S120、第8(B)図)。このウインドウ内の画像信号も、電極11の個数に比べると大きすぎる。このため、ウインドウ内の画像信号を量子化して、電極11の個数に適した信号とする(S130)。

15 次に、量子化された画像信号から、刺激信号生成用のソフトウェアによって、電極刺激用信号を生成する(S140)。さらに、電極刺激用信号を変調して発光素子7から送信する(S150)。この電極刺激用信号の変調は、例えば、信号のパルス周波数、パルス幅、パルス振幅、パルス数等を変調パラメータとして用いることができる。

20 次に、第10図を参照しつつ、体内装置3における画像信号の処理について説明する。まず、受光素子14が、発光素子7からの電極刺激用信号を受信する(S200)。次に、小型素子16に設けられた信号処理回路が電気刺激用信号を復調し、電極11刺激用のパルス信号を生成する(S210)。

25 次に、そのパルス信号をデマルチプレクサを介して、そのパルス信号を電極11に送信する(S220)。なお、電極11から伝達されたパルス信号は、残存している網膜Nに電気信号を伝える。

このように、本実施形態によれば、人工眼システム1は使用者と共に移動できる

ため、使用性に優れたものとなる。また、画像信号は、発光素子 7 と受光素子 1 4 とを介して光によって授受されるので、瞼を閉じると画像も消失する。このため、電磁誘導装置を用いて画像信号を授受する場合に比べると、自然な感覚で視覚を得ることができる。

- 5 また、二次コイル 1 2 を毛様体溝または水晶体囊 H 内に装着することができるため、二次コイル 1 2 を眼球の赤道面に配置した場合に比べると、一次コイル 1 0 と二次コイル 1 2 とがより近傍に配置されるので、両コイル 1 0、1 2 間の電磁誘導の効率が向上する。

- 10 また、電極 1 1 以外の構成、すなわち信号処理回路を備えた小型素子 1 6 と二次コイル 1 2 と受光素子 1 4 とは同じ基板上に取り付けられて一体化されており、適当な大きさに形成されているので、毛様体溝 K または水晶体囊 H 内に埋設することができる。このため、眼球内 M に設置する場合に比べると、埋め込み手術が容易となり、手術時に使用者に与えるダメージも軽くて済む。

- 15 ところで、人工眼システム 1 を装着している使用者が眼球を動かした場合には、二次コイル 1 2 が傾くことがあるため、両コイル 1 0、1 2 間の電磁誘導の効率が減少し、二次コイル 1 2 側に誘導される誘導電力が減少することがある。そのような場合であっても、蓄電素子 1 7 からの電力を使用できるので、安定した画像信号を網膜 N に送信することが可能となる。

- 20 また、蓄電素子 1 7 を毛様体溝 K または水晶体囊 H 内に埋設することができるので、眼球内 M に設置する場合に比べると、埋め込み手術が容易となり、手術時に使用者に与えるダメージも軽くて済む。

- 25 また、電極部 1 9 に複数の小孔 2 0 が設けられているので、強膜 J 側から網膜 N 側の細胞に栄養分を供給することができるため、電極部を網膜下に埋設することができる。このため、網膜上に装着した電極に比べると、網膜 N に出力する信号の電力を小さくすることができる。このため、二次コイル 1 2 が小さく、誘導起電力が小さい場合であっても、良好な電気刺激用信号を網膜 N に送信できやすい。

また、視点認識装置 1 3 が設けられており、網膜 N にはその視点認識装置 1 3 に

よって認識された視点方向の画像イメージが送信されるので、より使用性の良好な人工眼システム 1 となる。

また、視点の移動によって画像を変化させる構成は、ハードウェア構成ではなくて（例えば、受像素子を駆動する構成ではなくて）、ソフトウェアにより行なわれるので、全体の構成を簡易とすることができる。

<その他の実施形態>

次に、第 11 図を参照しつつ、他の実施形態について説明する。なお、上記の実施形態と同一の構成には同一の符号を付して説明を省略する。本実施形態では、二次コイル 30 の外径を約 11 mm としており、その二次コイル 30 を毛様体溝 K の内側に設置している。この実施形態によれば、二次コイル 30 の外径を二次コイル 12 の外径よりも大きくできるので、電磁誘導の効率を向上できる。

また、使用者によっては、水晶体および水晶体嚢 H を全て摘出することもありうる。そのような場合には、第 12 図に示すように、二次コイル 30 を毛様体溝 K の内側に装着する（または、縫い着ける）ことができる。このように、二次コイル 30 の外径を約 8 mm ～ 約 12 mm（より好ましくは、約 9 mm ～ 約 11 mm）とすることにより、水晶体および水晶体嚢 H を摘出した者に対しても、体内装置 3 を装着することが可能となる。

産業上の利用可能性

以上のように、本発明によれば、人工眼システムを、使用性が良好で、実用化に耐えうるものとすることができる。

請 求 の 範 囲

1 受像素子が受けた外界の画像イメージである画像信号を刺激信号生成手段によって変換し、電気刺激用信号として網膜に装着された電極から送信する人工
5 眼システムにおいて、

使用者の体外に装着される体外装置と、

使用者の体内に装着される体内装置と、を備え、

体外装置は、バイザーと、バイザーに電気を供給する電源装置と、を含み、

10 バイザーは、一次コイルと、受像素子と、受像素子からの画像信号を画像用の信号として送信するための発光素子と、を含み、

体内装置は、一次コイルによって電磁誘導される二次コイルと、発光素子からの画像用の信号を受信する受光素子と、受光素子によって受信された画像用の信号を処理する信号処理回路と、信号処理回路によって処理された電気刺激信号を網膜に送信する複数の電極を備えた電極部と、を含む、

15 ことを特徴とする人工眼システム。

2 請求の範囲第1項の人工眼システムにおいて、

二次コイルの外径は、約5 mm～約12 mmである、

20 ことを特徴とする人工眼システム。

3 請求の範囲第1項または第2項の人工眼システムにおいて、

信号処理回路は、電極と基板上に一体化して設けられ、

二次コイルと受光素子との外径は、約5 mm～約12 mmである、

25 ことを特徴とする人工眼システム。

4 請求の範囲第1項の人工眼システムにおいて、

信号処理回路と二次コイルと受光素子との外径は、約5 mm～約12 mm

mである、

ことを特徴とする人工眼システム。

- 5 受像素子が受けた外界の画像イメージである画像信号を刺激信号生成手段によって交換し、電気刺激用信号として網膜に装着された電極から送信する人工
5 眼システムにおいて、

 使用者の体外に装着される体外装置と、

 使用者の体内に装着される体内装置と、を備え、

 体外装置は、バイザーと、バイザーに電気を供給する電源装置と、を含み、

- 10 バイザーは、電力を送信する送電装置と、受像素子と、受像素子からの画像
 信号を画像用の信号として送信するための画像用信号送信装置と、を含み、

- 体内装置は、送電装置から電力を受電する受電装置と、画像用信号送信装置
 からの画像用の信号を受信する画像用信号受信装置と、画像用信号受信装置によっ
 て受信された画像用の信号を処理する信号処理回路と、信号処理回路によって処理
15 された電気刺激用信号を網膜に送信する複数の電極を備えた電極部と、電極および
 信号処理回路に対する電力供給用の蓄電素子と、を含む、
 ことを特徴とする人工眼システム。

- 6 受像素子が受けた外界の画像イメージである画像信号を刺激信号生成手
20 段によって交換し、電気刺激用信号として網膜に装着された電極から送信する人工
 眼システムにおいて、

 使用者の体外に装着される体外装置と、

 使用者の体内に装着される体内装置と、を備え、

 体外装置は、バイザーと、バイザーに電気を供給する電源装置と、を含み、

- 25 バイザーは、電力を送信する送電装置と、受像素子と、受像素子からの画像
 信号を画像用の信号として送信するための画像用信号送信装置と、眼球の視点を認
 識する視点認識装置と、を含み、

体内装置は、送電装置から電力を受電する受電装置と、画像用信号送信装置からの画像用の信号を受信する画像用信号受信装置と、画像用信号受信装置によって受信された画像用の信号を処理して網膜刺激用の電気刺激用信号とする信号処理回路と、信号処理回路によって処理された画像用の信号を網膜に送信する複数の電極を備えた電極部と、を含み、

視点認識装置によって認識された視点方向の電気刺激用信号が電極から網膜に送信される、
ことを特徴とする人工眼システム。

10 7 請求の範囲第6項の人工眼システムにおいて、

受像素子の画像信号がカバーする受像視野は、電極が網膜に送信する送信視野よりも大きく設定され、受像視野のうちから視点認識装置によって認識された視点方向の一部が送信視野として電極に送信される、
ことを特徴とする人工眼システム。

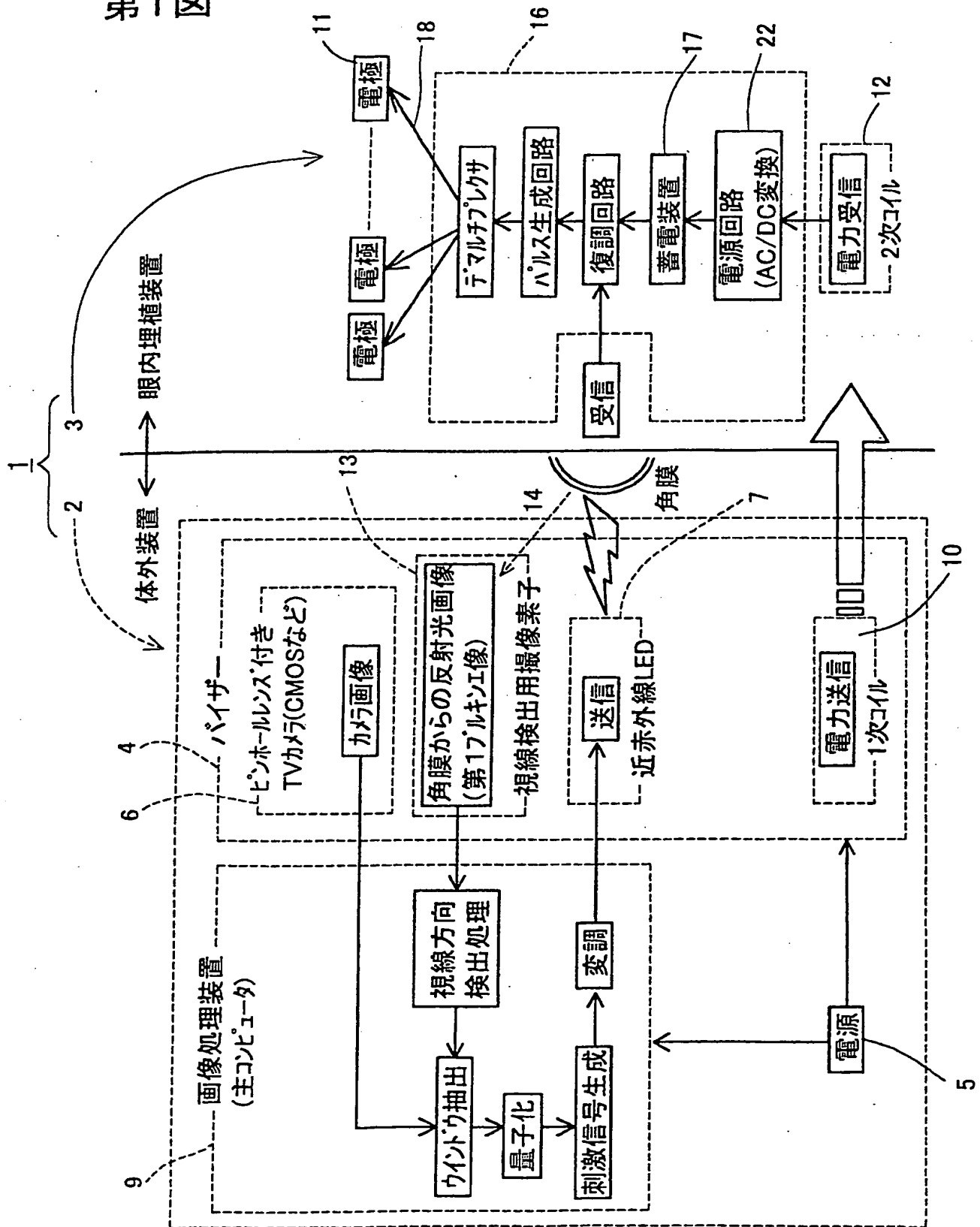
15

8 請求の範囲第1項～第7項の何れかの人工眼システムにおいて、

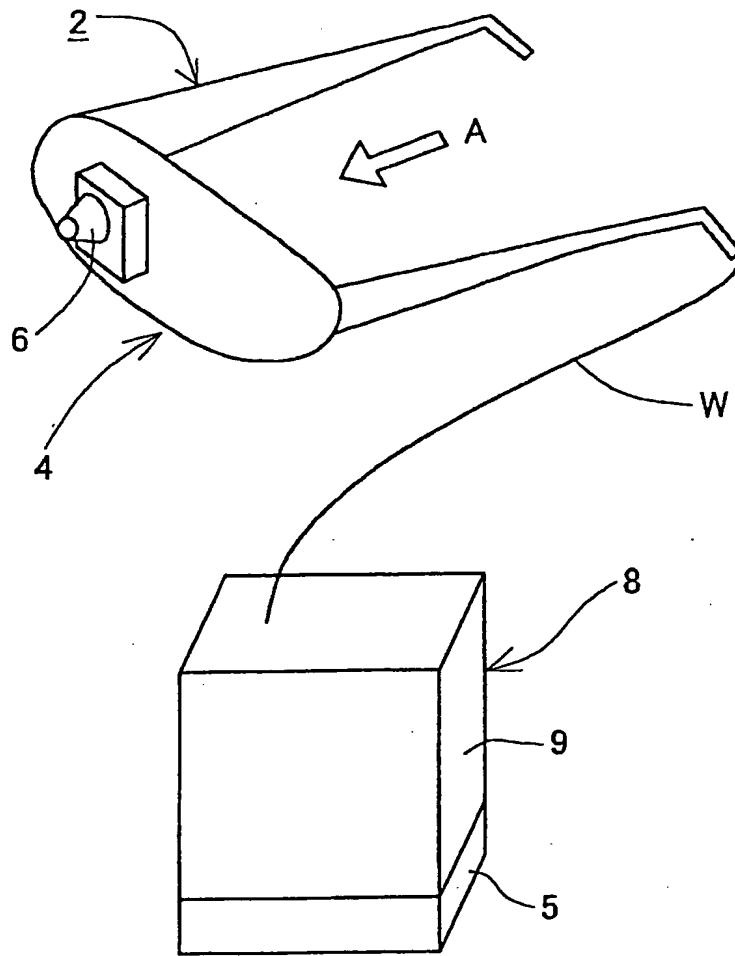
電極部には、厚さ方向に貫通する複数の小孔が設けられている、
ことを特徴とする人工眼システム。

20

第1図

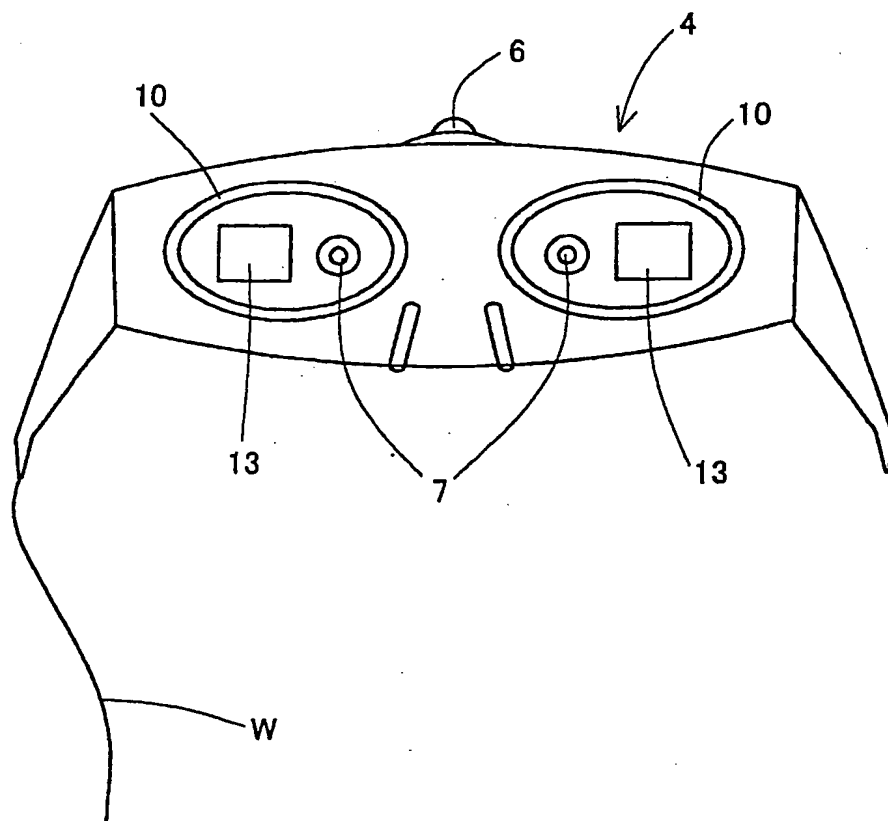


第2図

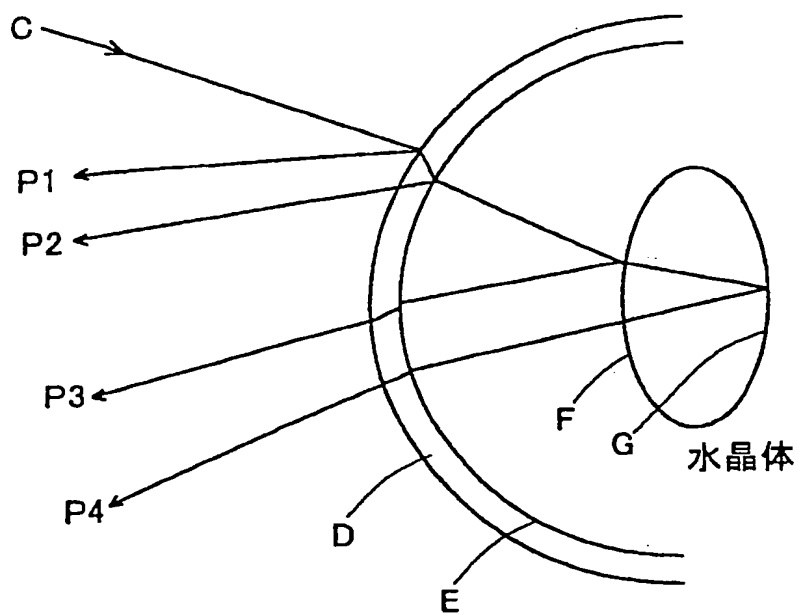


3/12

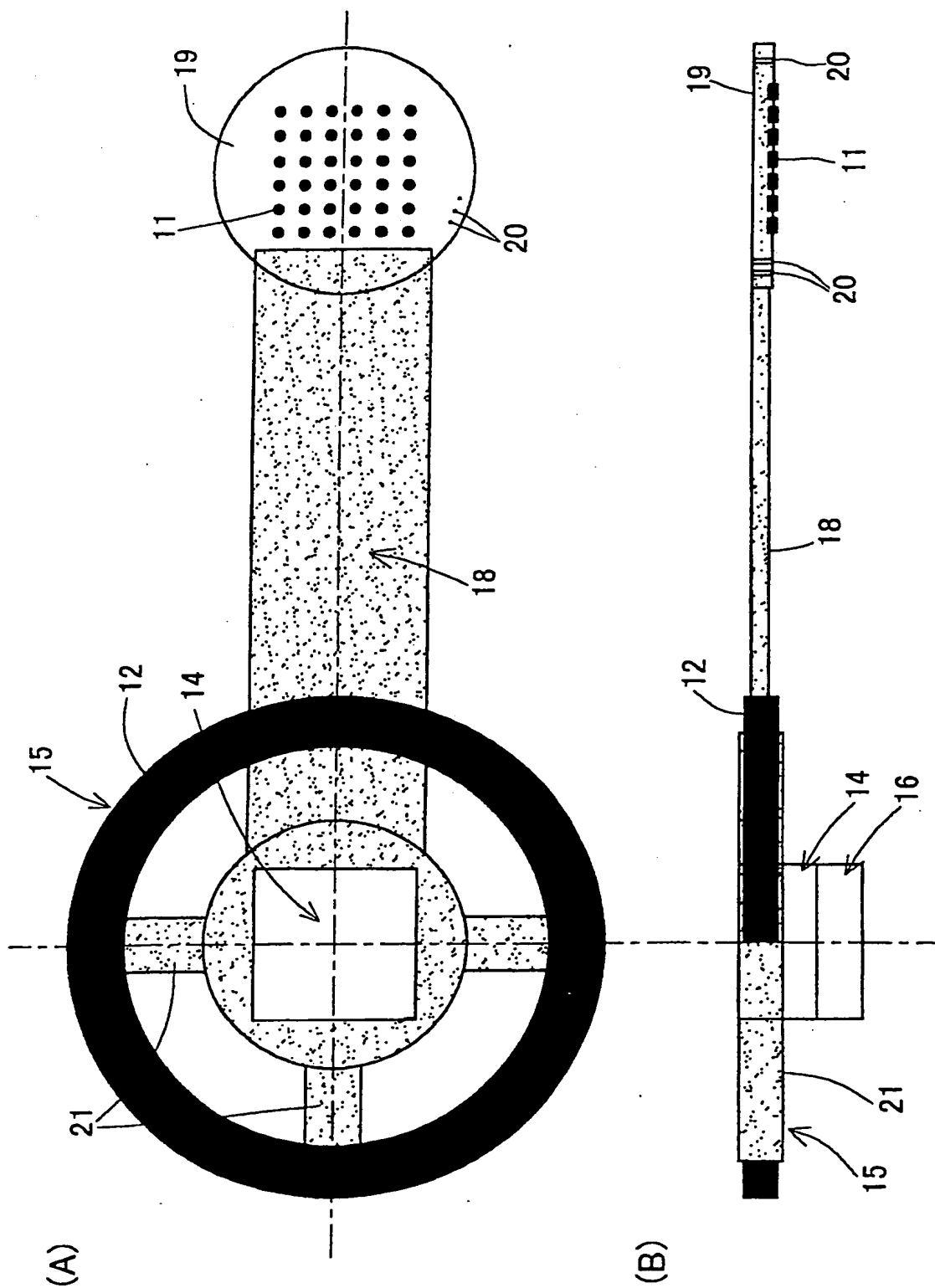
第3図



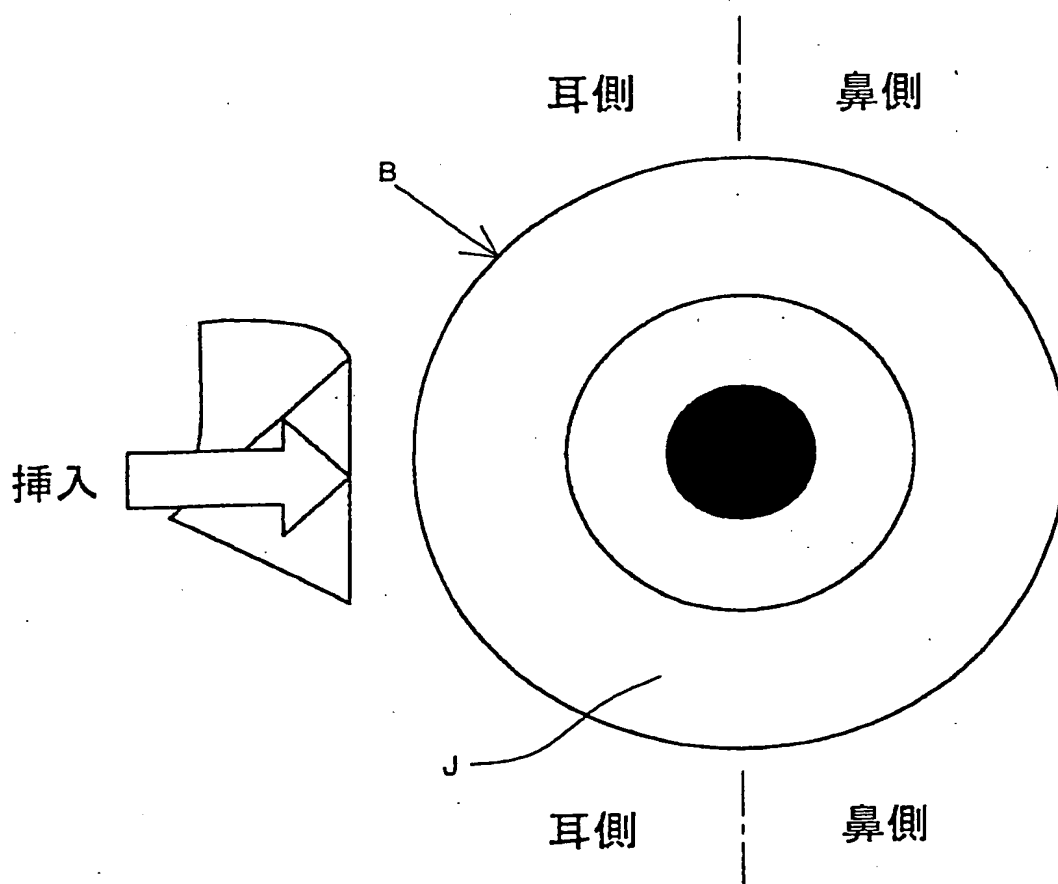
第4図



第5図

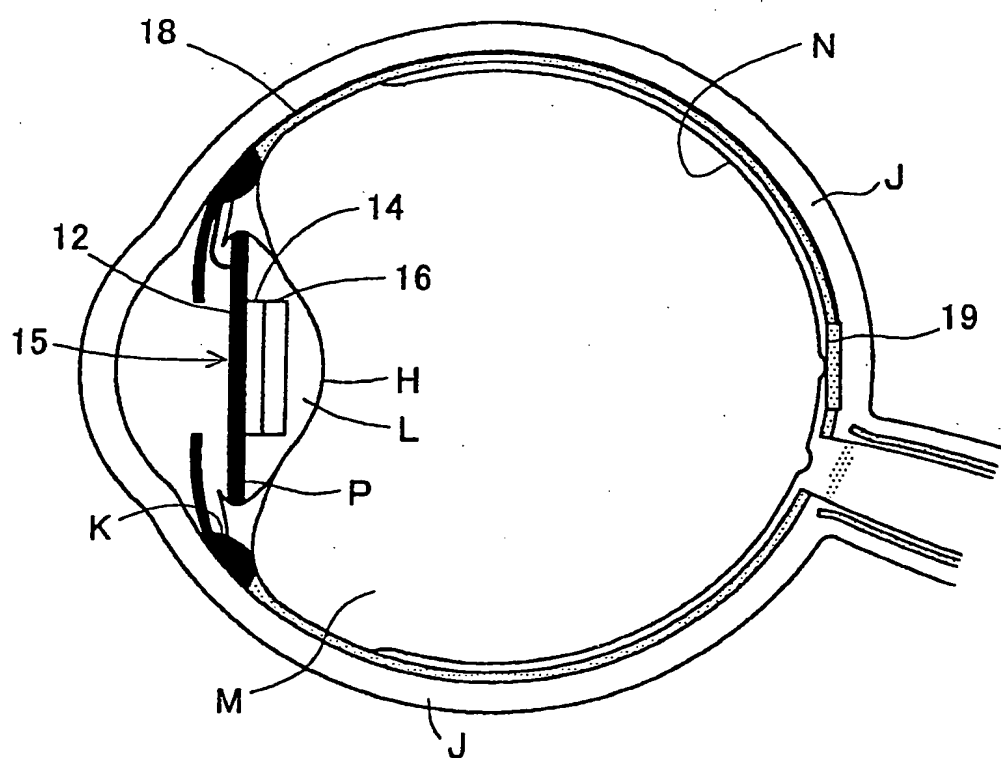


第6図

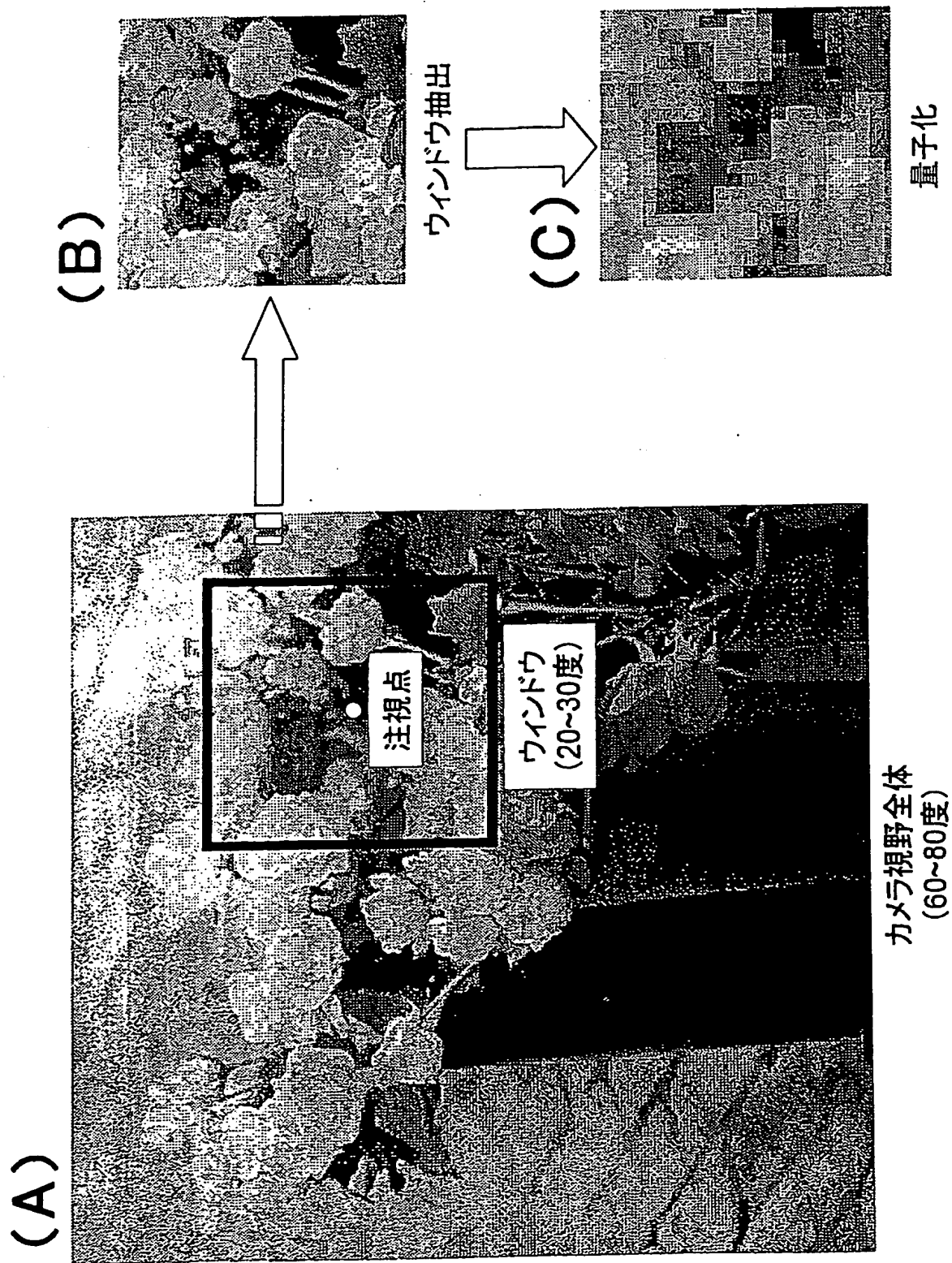


7/12

第7図

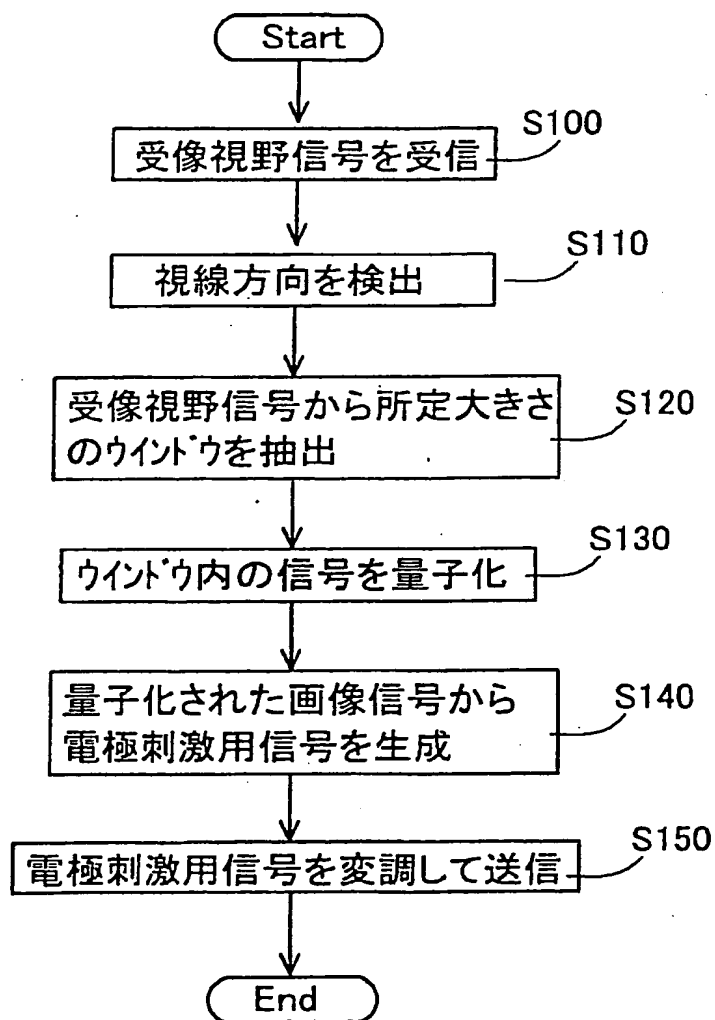


第8図



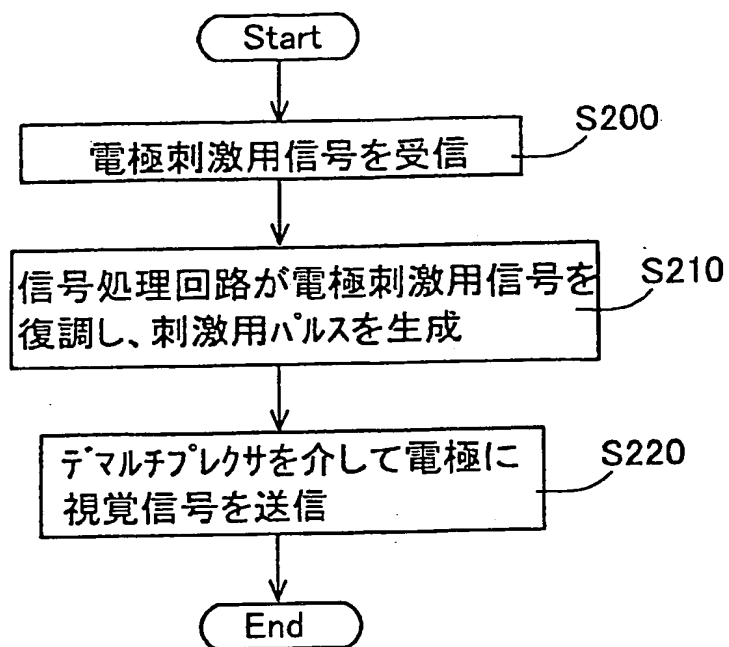
9/12

第9図



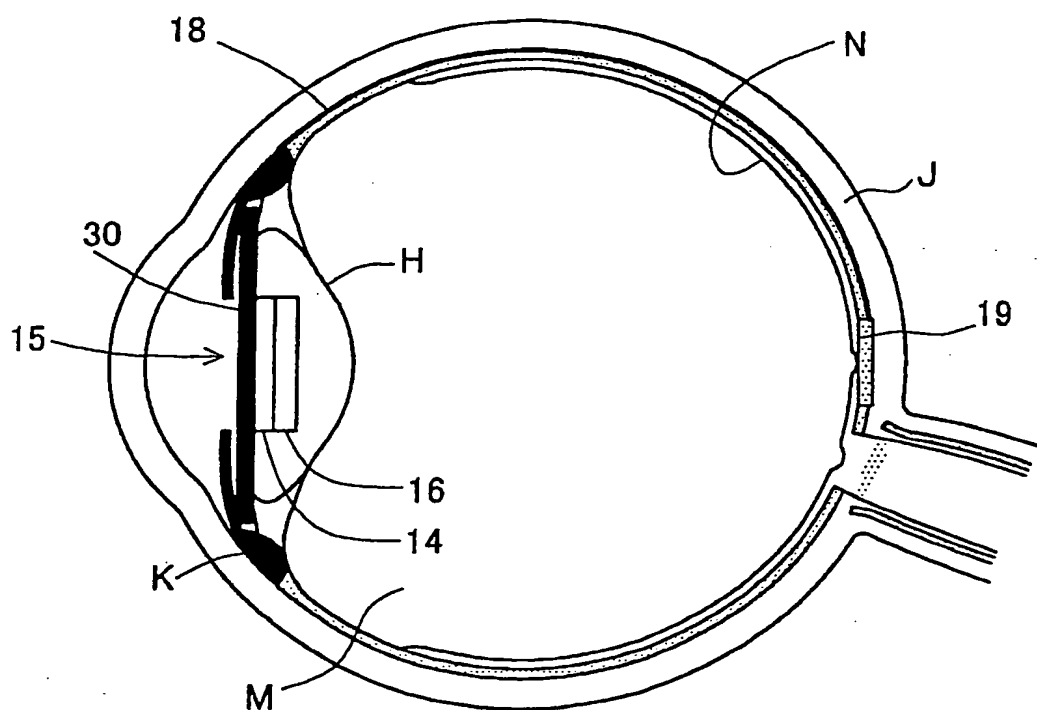
10/12

第10図



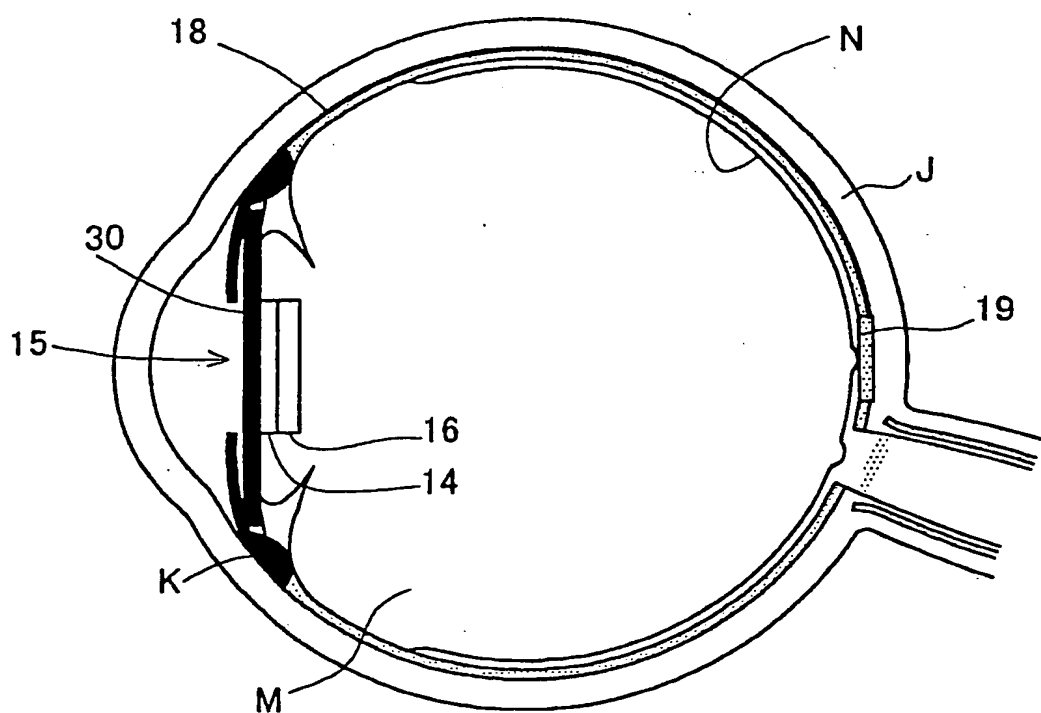
11/12

第11図



12/12

第12図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/03027

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ A61F9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ A61F2/00, A61F9/00, A61N1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 99/45870 A1 (Johns Hopkins University), 16 September, 1999 (16.09.99), Full text; Figs. 1 to 10 Full text; Figs. 1 to 10 & EP 1061874 A1 & US 5935155 A & JP 2002-505910 A	1-6, 8 7
Y A	WO 96/39221 A1 (CHOW, Vincent), 12 December, 1996 (12.12.96), Full text; Figs. 1 to 28 Full text; Figs. 1 to 28 & EP 957975 A1 & US 5895415 A & JP 11-506662 A	1-6, 8 7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

- * Special categories of cited documents:
- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 June, 2002 (21.06.02)Date of mailing of the international search report
09 July, 2002 (09.07.02)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/03027

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-258129 A (Kabushiki Kaisha Kajio Pacing Research Laboratory), 29 September, 1998 (29.09.98), Par. Nos. [0016] to [0038]; Fig. 1 (Family: none)	5
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 187419/1987 (Laid-open No. 93930/1989) (Mitsubishi Electric Corp.), 21 June, 1989 (21.06.89), Full text; Fig. 1 (Family: none)	5
A	WO 97/05922 A2 (Nmi Naturwissenschaftliches und Medizinisches), 20 February, 1997 (20.02.97), Full text; Figs. 1 to 4 & EP 844896 A1 & US 6032062 A & DE 19529371 C2 & JP 11-511248 A	1-8
A	WO 90/00912 A1 (The United States of America), 08 February, 1990 (08.02.90), Full text; Figs. 1 to 13 & EP 425575 A & US 5037376 A & JP 4-501517 A	1-8
A	WO 94/26209 A1 (CHOW, Alan, Y.), 24 November, 1994 (24.11.94), Full text; Figs. 1 to 11 & EP 696907 A1 & US 5397350 A & JP 8-511697 A	1-8
A	US 5106179 A (Sony Corp.), 21 April, 1992 (21.04.92), Full text; Figs. 1 to 5 & JP 4-22358 A	1-8
A	DE 2714667 A1 (STOVER, Margot), 05 October, 1978 (05.10.78), Full text; Figs. 1 to 6 & FR 2385387 A1 & GB 1553969 A & JP 53-123588 A	1-8
A	WO 96/02298 A1 (Fraunhofer-Gesellschaft zur Forderung der Angewandten Forschung E.V.), 01 February, 1996 (01.02.96), Full text; Figs. 1, 2 & EP 928212 A & US 5897583 A & JP 10-502552 A	1-8
A	WO 96/24405 A1 (Intermedics, Inc.), 15 August, 1996 (15.08.96), Full text; Figs. 1 to 11 & EP 808193 A & US 5683443 A & JP 10-513385 A	1-8